

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA RỪNG ĐẾN SỰ HÌNH THÀNH DÒNG CHẢY LŨ TRÊN MỘT SỐ LƯU VỰC MIỀN TRUNG BẰNG MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU

NCS. Nguyễn Thanh Sơn

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Việc mô phỏng lũ thường được giải quyết thông qua các bài toán về quá trình thấm và quá trình tập trung nước trên lưu vực. Sử dụng mô hình sóng động học một chiều phương pháp phần tử hữu hạn (KW-1D) kết hợp với phương pháp SCS đã thu được những thành công nhất định khi mô phỏng lũ trên một số lưu vực sông ngòi Miền Trung. Bài báo giới thiệu kết quả áp dụng mô hình này để đánh giá tác động của các kịch bản sử dụng thay đổi lớp phủ rừng đến sự hình thành đỉnh lũ, từ đó đề xuất việc khai thác rừng hợp lý và sử dụng mô hình như là một công cụ hỗ trợ ra quyết định cho các nhà quy hoạch lưu vực sông.

1. Đặt vấn đề

Theo [1], mô hình sóng động học một chiều dựa trên cơ sở xấp xỉ chi tiết không gian lưu vực và tích phân số trị các phương trình đạo hàm riêng mô tả các quá trình vật lý diễn ra trên lưu vực nhằm diễn toán quá trình hình thành dòng chảy sông qua hai giai đoạn: dòng chảy trên sườn dốc và trong lòng dẫn. Mô hình sóng động học một chiều cho phép đánh giá được tác động của lưu vực quy mô nhỏ đến dòng chảy, mở ra một giai đoạn mới trong việc mô hình hoá các quá trình thủy văn.

Dựa trên mô hình của Ross B.B và nnk, (Đại học Quốc gia Blacksburg, Mỹ) [6] dùng để đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến quá trình lũ với mưa vượt thấm là đầu vào của mô hình, phương pháp phần tử hữu hạn kết hợp với phương pháp số dư của Galerkin được sử dụng để giải hệ phương trình sóng động học của dòng chảy một chiều.

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \quad (1)$$

Phương trình động lượng:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) = gA(S - S_f) - gA \frac{\partial y}{\partial x} \quad (2)$$

Trong đó: Q - Lưu lượng trên bề mặt dòng chảy hoặc trong kênh;

q: Dòng chảy bổ sung ngang trên một đơn vị chiều dài của bãi dòng chảy (mưa vượt thấm đối với bãi dòng chảy trên mặt và đầu ra của dòng chảy trên mặt đối với kênh dẫn);

A: Diện tích dòng chảy trong bãi dòng chảy trên mặt hoặc trong kênh;

x: khoảng cách theo hướng dòng chảy;

t: thời gian, g: gia tốc trọng trường;

S: độ dốc đáy của bãi dòng chảy;

S_f - độ dốc ma sát. y: độ sâu dòng chảy;

Thuật giải hệ phương trình trên đã được trình bày trong [1], áp dụng cho lưu vực sông Trà Khúc [5], Vệ [2], và Tả Trạch [4] kết hợp với phương pháp SCS để tính mưa hiệu quả làm đầu vào của mô hình đã cho kết quả dòng chảy khá tốt;

Do tính chất của phương pháp SCS, khi thay

đổi các điều kiện mặt đệm trên các lưu vực, sẽ ảnh hưởng tới việc hình thành dòng chảy mặt, nói chung và hình thành lũ, nói riêng. Việc thay đổi điều kiện sử dụng đất trên lưu vực dẫn tới sự thay đổi hệ số CN [7] và kéo theo là tính chất lũ. Bằng mô hình KW - 1D có thể khảo sát được mức độ ảnh hưởng của việc khai thác lớp phủ rừng đến sự hình thành lũ, từ đó có thể tư vấn cho các nhà quy hoạch về giới hạn nguy hiểm của mức độ sử dụng đất đối với sự phát triển bền vững tài nguyên đất và nước.

Qua khảo sát các lưu vực nghiên cứu, phân tích các điều kiện thuận lợi về địa hình, giao thông và các điều kiện dân cư, tác giả đã xây dựng các kịch bản sử dụng lớp phủ rừng, rút ra những kết luận về mức độ giới hạn sử dụng đất tác động đến sự hình thành lũ để các nhà quy hoạch có định hướng đúng, tránh gây các hiểm họa về thiên tai lũ lụt do sự quá tải khi khai thác lưu vực. Yếu tố sử dụng đất được xét đến là quá trình thay đổi lớp phủ rừng. Các bước phân tích và tính toán được tiến hành theo các kịch bản như sau:

1. Phân tích các điều kiện địa lý tự nhiên và kinh tế xã hội trên các lưu vực sông nghiên cứu để xây dựng kịch bản sử dụng đất

2. Thay đổi dần diện tích sử dụng đất trên các phần tử, lựa chọn lại hệ số CN và tính toán lại quá trình lũ bằng mô hình KW-1D

3. Xây dựng quan hệ giữa diện tích sử dụng

đất (%) theo các kịch bản với đỉnh và tổng lượng lũ

4. Đưa ra kết luận về ảnh hưởng của quá trình sử dụng đất đến sự hình thành dòng chảy lũ trên lưu vực.

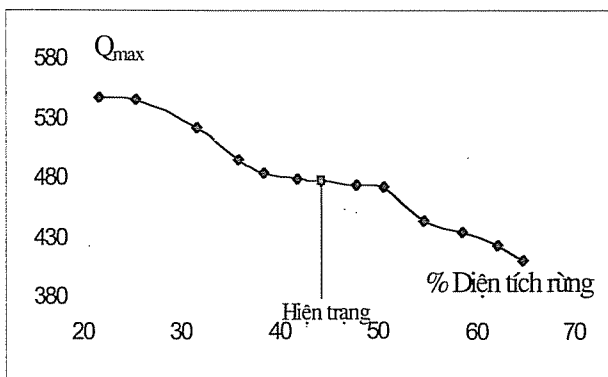
2. Số liệu

Số liệu dùng để mô phỏng lũ và khảo sát ảnh hưởng của lớp phủ rừng là tài liệu mưa giờ và trích lũ từ năm 1998 - 2004 cùng với bản đồ số về lớp phủ rừng năm 2000, tỷ lệ 1: 50.000

Số trận lũ được chọn để khảo sát như sau: Lưu vực Tả Trạch – Thượng Nhật: 9 trận; Trà Khúc – Sơn Giang: 3 trận và Vệ – An Chỉ: 2 trận

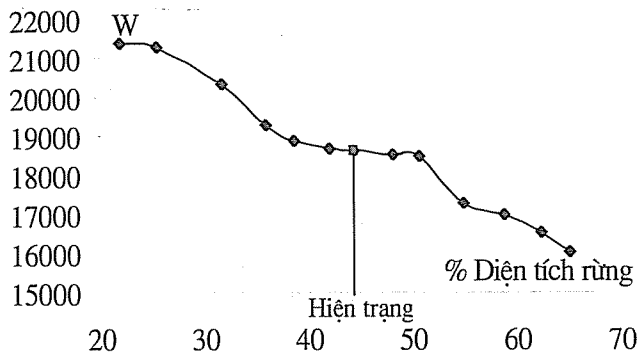
3. Đánh giá ảnh hưởng của lớp phủ rừng đến sự hình thành lũ

Khai thác rừng đang là một vấn đề xã hội cần quan tâm khi mà vai trò của rừng ngày càng được khẳng định. Hiện nay về lý thuyết có thể hạn chế những nhu cầu về lâm sản bằng việc thay thế những vật liệu mới, nhưng thực tế không triệt tiêu được nhu cầu đó. Hơn nữa chính những nhu cầu ấy còn đem lại không ít việc làm cho người dân và vì vai trò của rừng rất quan trọng trong nền kinh tế quốc dân nên cần xác định mức độ khai thác rừng đảm bảo không vượt quá mức giới hạn, không làm tăng đột ngột quá trình lũ, gây ra những hậu quả nghiêm trọng đồng thời lại tận dụng được những tiềm năng kinh tế của rừng.



Q _{khai thác} (m³/s)	%
547	21.6
544.9	25.3
521	31.5
493.8	35.8
482.7	38.5
477.9	41.8

Q _{trởng} (m³/s)	%
477	44.25
474.4	47.9
472.5	50.6
442.7	54.7
434.6	58.6
422.8	62.3



$W_{\text{khai thác}}$ (m^3)	%
21333	21.6
21251	25.3
20319	31.5
19258	35.8
18825	38.5
18638	41.8

$W_{\text{trọng}}$ (m^3)	%
18603	44.2
18501	47.9
18427	50.6
17265	54.7
16949	58.6
16489	62.3
16009.5	64.9

Hình 1. Ảnh hưởng của lớp phủ rừng đến dòng chảy lũ trên sông Tả Trạch - Thượng Nhật trạm lũ từ 16h/21 đến 4h/23/10/2000

Thực hiện việc khảo sát ảnh hưởng của quá trình khai thác rừng trên lưu vực sông Tả Trạch - trạm Thượng Nhật nhằm xác định ngưỡng khai thác rừng mà không gây đột biến đối với quá trình lũ bằng kịch bản đã nêu ở trên. Tiến hành tăng diện tích khai thác rừng trên lưu vực dẫn tới việc xác lập lại bộ thông số của mô hình KW - 1D, cụ thể là chỉ số CN và n cho các phần tử khi có sự thay đổi sử dụng đất [7] (với CN = 79, n = 0,3). Sau đó tiến hành thay đổi các thông số CN và n trong các file thông số của mô hình KW - 1D để tiến hành thực nghiệm số với các trận lũ đã lựa chọn trên lưu vực sông Tả Trạch - Thượng Nhật.

Sơ đồ thay đổi diện tích rừng trên lưu vực sông Tả Trạch với kịch bản từ tổng diện tích rừng hiện trạng (không bàn đến chủng loại rừng) chiếm 44,3% diện tích lưu vực, giảm độ che phủ theo các mức tuần tự là 41,8% - 38,5% - 35,8% - 25,3% - 21,6% diện tích lưu vực.

Sau khi thay đổi CN và hệ số nhám trung bình phần tử trong các file thông số tiến hành tính toán lại cho 9 trận lũ đã chọn trên sông Tả Trạch.

Thể hiện kết quả của các kịch bản khai thác rừng trên lưu vực sông Tả Trạch đến dòng chảy lũ được khảo sát bằng các quan hệ $Q_{\text{max}} \sim F_{\text{rừng}}$, $W \sim F_{\text{rừng}}$ (hình 1).

Đánh giá ảnh hưởng của việc khai thác rừng

đến dòng chảy lũ qua 9 trận lũ trên sông Tả Trạch - trạm Thượng Nhật, thấy rằng: khi diện tích khai thác rừng tăng thì đỉnh và lượng lũ tăng lên do sự giảm độ nhám và khả năng thấm nước của lưu vực dẫn tới sự tăng dòng chảy mặt và đỉnh lũ. Việc giảm diện tích rừng được thể hiện trong hình 1 cho thấy rằng có thể khai thác rừng nhưng vẫn phải giữ diện tích rừng trên lưu vực với độ che phủ khoảng 35% diện tích lưu vực thì không gây đột biến về lũ. Việc khai thác rừng trên lưu vực sông Tả Trạch làm cho độ che phủ dưới giới hạn 35% sẽ làm cho lượng dòng chảy và đỉnh lũ tăng đột ngột, gây nguy hiểm cho sự phát triển kinh tế xã hội.

Vì vậy, kiến nghị với các nhà quy hoạch sử dụng đất rừng, khai thác rừng hiệu quả phải kết hợp với việc tái sinh rừng để đảm bảo hiện trạng rừng ở khu vực ổn định để không có hiện tượng đỉnh lũ tăng đột biến gây nguy hiểm. Việc trồng rừng đóng vai trò hết sức quan trọng trong quá trình hình thành và điều tiết dòng chảy nhất là đối với các khu rừng đầu nguồn và rừng phòng hộ. Việc tăng diện tích rừng sẽ góp phần điều hòa dòng chảy trong năm, nó làm giảm dòng chảy mặt và tăng dòng chảy ngầm, từ đó dẫn đến làm giảm tổng lượng dòng chảy mặt, đỉnh lũ. Ngoài ra, rừng còn góp phần vào việc chống xói mòn và rửa trôi trên bề mặt lưu vực, làm tăng độ phì nhiêu của đất và làm cân bằng hệ sinh thái trên lưu vực. Ngoài lưu vực sông Tả Trạch - trạm Thượng Nhật, đã tiến

Nghiên cứu & Trao đổi

hành các khảo sát tương tự đối với các lưu vực sông Trà Khúc – trạm Sơn Giang, sông Vệ – trạm An Chỉ. Kết quả tổng hợp ngưỡng khai

thác rừng đến đỉnh lũ được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả khảo sát đánh giá ảnh hưởng của rừng đến dòng chảy lũ trên các lưu vực sông nghiên cứu

TT	Lưu vực nghiên cứu	Số trận lũ khảo sát thực nghiệm số	Ngưỡng độ che phủ rừng giới hạn (% diện tích lưu vực)
1	Tả Trạch – Thượng Nhật	9	35
2	Trà Khúc – Sơn Giang	3	30
3	Vệ – An Chỉ	2	40

4. Kết luận

1. Với việc xấp xỉ chi tiết không gian lưu vực và tích phân các phương trình đạo hàm riêng mô tả các quá trình vật lý diễn ra trên lưu vực, mô hình KW – 1D có khả năng đánh giá được những thay đổi trong phạm vi những không gian nhỏ trên lưu vực đến quá trình hình thành dòng chảy. Tính biến động theo không gian của hình dạng lưu vực, của các đặc tính thủy văn và mưa có thể dễ dàng được xét đến trong mô hình trên.

2. Với số liệu đầu vào là mưa vượt thắm và các bản đồ số về đất, rừng, địa hình việc áp dụng mô hình có tính khả thi cao khi đánh giá tác động sự thay đổi của các yếu tố tự nhiên tới dòng chảy. Một sự biến động nào đó trên một phần tử sẽ có tác động đến toàn bộ hệ thống và ảnh hưởng đến dòng chảy trên sông. Có thể dùng phương pháp này để đánh giá các quy hoạch sử dụng đất đối với việc đảm bảo bền vững tài nguyên nước.

3. Kết quả khảo sát các kịch bản sử dụng

lớp phủ rừng cho thấy để đảm bảo tính chất tự nhiên của sự hình thành lũ, không nên khai thác rừng tới ngưỡng tới hạn độ che phủ của từng lưu vực.

4. Các kết luận trên được xây dựng qua việc khảo sát một số trận lũ, mang ý nghĩa về phương pháp, chứng minh khả năng của mô hình KW - 1D và phương pháp SCS đối với việc đánh giá các điều kiện mặt đệm đối với dòng chảy mặt [3]. Tính thực tiễn và độ chính xác của nó cần được kiểm chứng với số lượng các trận lũ lớn hơn. Ngoài ra, cần xây dựng thêm các kịch bản phối hợp giữa các yếu tố mặt đệm khác như lớp phủ thực vật, độ dốc, hướng sườn ... để có các kết luận chính xác và chi tiết hơn, sẽ được bàn tới trong các công bố tiếp theo.

Các kết quả nghiên cứu công bố trong bài báo này được sự hỗ trợ kinh phí của Đề tài 705606 thuộc Chương trình NCCB giai đoạn 2006 – 2008 và Đề tài QG. 07.15.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thanh Sơn, Lương Tuấn Anh (2003), "Áp dụng mô hình thủy động học các phần tử hữu hạn mô tả quá trình dòng chảy lưu vực", Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, T.XIX, No1-2003, tr 90-99.
2. Nguyễn Thanh Sơn, Ngô Chí Tuấn (2004) "Kết quả mô phỏng lũ bằng mô hình sóng động

- học một chiều lưu vực sông Vẹ", *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, T.XX, No3 PT-2004 tr. 44-50.
3. Nguyễn Thanh Sơn (2006), "Áp dụng mô hình 1DKWM – FEM & SCS đánh giá tác động của quá trình đô thị hóa đến dòng chảy lũ trên một số sông ngòi Miền Trung" *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, T.XXII, số 2B PT – 2006, tr. 149-157, Hà Nội
 4. Nguyễn Thanh Sơn (2006), "Kết quả mô phỏng lũ bằng mô hình 1DKWM – FEM & SCS lưu vực sông Tả Trạch trạm Thượng Nhật" *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, T.XXII, No 3- 2006
 5. Trương Quang Hải, Nguyễn Thanh Sơn (2006), "Kết quả mô phỏng lũ bằng mô hình 1DKWM – FEM & SCS lưu vực sông Trà Khúc – trạm Sơn Giang". *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, T.XXII, số 4PT – 2006, Hà Nội. tr 59-68
 6. Ross B. B, Contractor D.N and Shanholtz V. O., (1979), "Finite element model of overland and channel flow for assessing the hydrologic impact of land - use change". *Journal of Hydrology*, (41), p.11-30.
 7. Chow YT, Maidment DR, Mays LW. (1988), *Applied hydrology*. NewYork: McGraw-Hill;